

# EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO E INTERFERÊNCIA DE DIFERENTES PROFUNDIDADES DE PLANTIO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE LEUCENA<sup>1</sup>

Samara C. L. Fonseca<sup>2</sup>  
Sonia C. J. G. A. Perez<sup>3</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas conhecidas no Brasil como leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) são originárias provavelmente do México e norte da América Central. Pertencem à família *Fabaceae*, subfamília *Mimosoideae* e tribo *Eumimoseae*, e são propagadas predominantemente por sementes (19).

A importância econômica dessa espécie foi primeiramente reconhecida pelo seu valor como árvore de sombreamento e adubo verde em plantio de café, chá e seringueira no Sudeste Asiático (25). Em virtude de sua habilidade de se desenvolver em encostas íngremes, solos marginais e regiões com grande períodos de seca, a leucena surge também como promissora para recuperação de áreas degradadas. Existe um crescente interesse na utilização de leucena nos trópicos para restauração da fertilidade do solo e como forragem (15). Porém, as sementes de leucena apresentam baixa porcentagem de germinação quando não escarificadas, devido principalmente ao seu tegumento impermeável à água. Sementes não-escarificadas de *L. leucocephala* apresentam

---

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 26.02.1999.

<sup>2</sup> Bolsista, PIBIC-UFSCar. Rua Comendador Muller, 15, ap. 104 – Centro, 13465-410 Americana, SP.

<sup>3</sup> Departamento de Botânica – UFSCar. Rodovia Washington Luiz, Km 235. Cx. P. 676, 13565-905 São Paulo, SP.

germinação abaixo de 20% e, quando escarificadas com  $H_2SO_4$ , podem atingir 98%, em razão de uma dormência natural imposta pelo seu tegumento impermeável (sementes duras). Com a escarificação, o tegumento torna-se mais permeável à entrada de água na semente, facilitando a embebição e acelerando a germinação (9).

A resposta de germinação das sementes no solo é determinada por uma combinação de características do habitat da semente, como luz, temperatura, propriedades físicas e químicas do solo. No que diz respeito às propriedades químicas, sabe-se que a salinidade do solo afeta negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, alterando sua anatomia e seu metabolismo (11).

O excesso de sais solúveis, além de provocar efeito tóxico, ocasiona redução do potencial hídrico do solo, induzindo a uma menor capacidade de absorção de água pelas plantas, influenciando também no processo germinativo (22). Os íons têm efeito tóxico e osmótico nos embriões das sementes. É de importância primária a descoberta de espécies tolerantes à salinidade pois, cada vez mais, grandes áreas vêm-se tornando improdutivas em razão de altas concentrações salinas (26).

Dos diversos fatores ambientais capazes de influenciar o fenômeno da germinação, a disponibilidade de água é talvez o mais importante. A disponibilidade hídrica é vista como uma limitação para o cultivo, em especial nas regiões tropicais, uma vez que, sob o aspecto térmico, as plantas não sofrem restrições acentuadas nas épocas normais de semeadura (13). Por esse motivo, na escolha de espécies, cultivares e épocas de semeadura, a água tem sido considerada como fator seletivo (1, 6).

A absorção de água constitui o primeiro de toda uma seqüência de eventos que, no caso de sementes viáveis e não dormentes, culmina com a emergência da radícula e da plúmula. Este processo é condicionado pela composição química da semente, permeabilidade do tegumento à água, disponibilidade de água no estado líquido ou gasoso no ambiente, temperatura (5, 17, 27), pela pressão osmótica da água que umedece o substrato, pelo tempo de exposição ao ambiente úmido (8), pela área de contato da semente com o substrato e pelo teor de água inicial da semente (24, 27).

A velocidade de absorção de água pelas sementes decresce com a redução do potencial hídrico (3), o que vem ampliar o período necessário para que seja atingido o teor mínimo de água exigido para o início da emergência do eixo embrionário (6).

A emergência da radícula ocorre somente se o conteúdo de água da semente exceder um valor crítico. Esse valor varia amplamente, dependendo da composição da semente e das proporções relativas do eixo embrionário e dos tecidos de reserva, sendo uma característica individual de cada semente dentro da população (14).

Ao longo do perfil do solo existem diferenças de temperatura, umidade e concentrações de gases que determinam a ocorrência ou não da germinação (12). A profundidade ideal de sementeira é a que garante uma germinação homogênea das sementes, emergência rápida das plântulas e produção de mudas vigorosas (23).

Em análise de sementes, é também importante a determinação de sua qualidade, a fim de que os agricultores possam ter informações seguras sobre a qualidade das sementes; porém, a qualidade é obtida na análise de campo, pois a utilização de sementes de baixo vigor normalmente gera queda da produtividade (21).

Devido ao potencial que a leucena apresenta para utilização como forragem e para plantio em áreas degradadas, este trabalho teve por objetivos determinar o limite máximo de tolerância de sementes a diferentes sais, e separar o efeito iônico do efeito osmótico com a utilização de PEG-6000. Verificou-se, ainda, o desempenho em campo de sementes escarificadas e não-escarificadas em diferentes profundidades de plantio.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Ecofisiologia de Sementes e nas dependências do Jardim Experimental do Departamento de Botânica da UFSCar, durante os meses de fevereiro a abril de 1995. Como material biológico, foram utilizadas sementes selecionadas de *Leucaena leucocephala* (leucena), tipo peru, coletadas em 1988 na Estação Experimental da EMPASC (Empresa de Pesquisas Agropecuárias de Santa Catarina).

Após a triagem manual, as sementes foram escarificadas quimicamente com  $H_2SO_4$  comercial por 30 minutos (7), lavadas em água corrente, em água destilada e, por fim, secas em papel toalha. Foram utilizadas quatro repetições simultâneas de 100 sementes em todos os ensaios propostos. Nos testes de germinação em laboratório, as sementes foram distribuídas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, forradas com papel-filtro umedecido com 10 ml de solução-teste ( $KCl$ ,  $Na_2SO_4$  e  $CaCl_2$ ) e colocadas para germinar à temperatura constante de 25°C. A avaliação da germinação foi diária, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentaram extensão radicular igual ou maior que 2 mm (4). Os experimentos foram finalizados quando todas as sementes emitiram radícula ou as remanescentes apresentaram-se deterioradas.

Na determinação do limite máximo de tolerância aos diferentes sais, foram utilizadas soluções de KCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e CaCl<sub>2</sub> em diferentes concentrações (50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 mM). Na tentativa de separar o efeito iônico do efeito osmótico, foram utilizadas soluções de PEG-6000 de mesmo potencial osmótico (28).

Na verificação do desempenho em campo em diferentes profundidades, foram semeadas 100 sementes de dois lotes em quatro repetições nas profundidades de 1, 2 e 5 cm; no lote 1 as sementes foram escarificadas e, no lote 2, não. A população inicial foi observada após 21 dias, calculando-se a porcentagem de germinação e o peso da matéria seca das plântulas emersas, para verificação de sua viabilidade e vigor (4).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados sobre a influência de diferentes sais na germinação de sementes de *L. leucocephala* são apresentados no Quadro 1. Observou-se redução da germinação, com o aumento das concentrações salinas no substrato. A germinação máxima em presença dos três sais foi verificada na concentração 50 mM, embora estatisticamente inferior ao controle. Com a ocorrência de germinação em 250 mM para o Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e CaCl<sub>2</sub>, estima-se, com respeito ao parâmetro germinabilidade, um limite máximo de tolerância das sementes de leucena, entre 250 e 300 mM. Já em presença de KCl, observou-se 35,8% de germinação em 300 mM, o que implica um limite máximo de tolerância entre 300 e 350 mM, o que não indica sua menor toxidez, pois deve-se considerar a concentração molar de cada sal e não apenas as concentrações dos sais no solo.

QUADRO 1 - Valores médios de germinação de sementes de leucena submetidas a diferentes concentrações de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub> e KCl

Tratamentos (mM)	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		CaCl <sub>2</sub>		KCl	
	%	Arco-seno $\sqrt{\%}$	%	Arco-seno $\sqrt{\%}$	%	Arco-seno $\sqrt{\%}$
controle	96,00	78,46 a	96,00	78,46 a	96,00	78,46 a
50	88,30	69,99 b	86,00	68,03 b	86,30	68,24 b
100	80,30	63,65 c	76,30	60,87 c	83,00	65,65 c
150	49,00	44,43 d	71,00	57,42 d	78,80	62,55 d
200	33,80	35,55 e	51,00	45,57 e	72,80	58,53 e
250	11,30	19,64 f	35,30	36,45 f	53,80	47,14 f
300	00,00	00,00 g	00,00	00,00 g	35,80	36,72 g
350	00,00	00,00 g	00,00	00,00 g	00,00	00,00 h
400	00,00	00,00 g	00,00	00,00 g	00,00	00,00 h
C.V.		1,66%		1,40%		1,70%

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey com  $\alpha = 0,05\%$  de significância.

CAVALCANTE (7), analisando a influência do NaCl na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala*, observou que a germinação máxima foi verificada nos tratamentos 25 e 75 mM (97,5%), e a germinação mais baixa (12,8%) foi observada na concentração 300 mM. Assim, um limite máximo suportável ao NaCl foi estimado entre 300 e 330 mM na germinação de sementes de *L. leucocephala*.

O estresse salino é relatado como inibidor da germinação devido a seu efeito osmótico e, ou, tóxico. Geralmente, soluções salinizadas são reportadas como tendo um efeito inibidor superior sobre a germinação de sementes, quando comparadas a soluções osmóticas não tóxicas de potencial osmótico equivalente (16). Dessa forma, o extremo de germinabilidade nas sementes de *L. leucocephala* em soluções de NaCl em valores de potencial osmótico (300 mM = -1.3 MPa; coeficiente isotônico do NaCl = 1.8) foi inferior quando comparado com o valor extremo de germinabilidade em soluções de manitol, -1.5 MPa, indicando que a germinação de sementes de *L. leucocephala* foi inibida devido ao efeito tóxico e não ao efeito osmótico do NaCl (7).

As espécies halófilas se caracterizam basicamente por apresentarem sementes dormentes em altas concentrações salinas (20) e germinação bloqueada pelo efeito osmótico da salinidade (18, 29). As glicófilas, por sua vez, germinam normalmente em baixas concentrações salinas e apresentam bloqueio de germinação por ambos os efeitos da salinidade, tóxico e osmótico (20). O aumento na tolerância ao estresse salino pode estar relacionado com o aumento da concentração protéica na planta, que se acumularia no citoplasma contrabalanceando o excesso salino armazenado no vacúolo, levando a um ajustamento osmótico. Classificar esta espécie quanto a sua tolerância ao sal, exclusivamente por sua germinação, é insuficiente. Outros estudos sobre os estágios seguintes de crescimento da planta supõem-se necessários para uma classificação mais segura e criteriosa.

Observou-se redução da germinação com o aumento das concentrações de PEG no substrato. A germinação máxima em presença do agente osmótico foi verificada no tratamento -0,1 MPa, numérica e estatisticamente inferior ao controle. Verificou-se também que os diferentes valores de potencial hídrico a partir de -0,1 MPa atuaram como fator inibidor, não se tendo observado a ação promotora em nenhum dos tratamentos considerados, ou seja, germinação superior à do controle. A porcentagem de germinação decresceu com a diminuição do potencial hídrico do meio germinativo, até sua nulidade em -0,5 MPa. Com a ocorrência de germinação em -0,4 MPa, estima-se um limite máximo de tolerância à seca entre -0,4 e -0,5 MPa. As sementes que permaneceram em contato com soluções bastante concentradas de PEG encontraram-se envoltas por uma substância de aspecto gelatinoso (Quadro 2).

**QUADRO 2 - Valores médios de germinação de sementes de leucena submetidas a diferentes concentrações de PEG**

Potencial osmótico (MPa)	% Germinação	Arco-seno $\sqrt{\%}$
controle	96,00	78,46 a
-0,1	90,00	71,56 b
-0,2	85,80	67,86 c
-0,3	80,50	63,79 d
-0,4	65,80	54,21 e
-0,5	00,00	00,00 f
C.V.		1,55%

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey com  $\alpha = 0,05\%$  de significância.

A presença de exsudato em sementes embebidas de leucena com germinação inibida pode ser interpretada como uma adaptação da espécie ao estresse hídrico, em que a sobrevivência da semente é assegurada nessas condições, por alguns dias, pelo exsudato. Supõe-se que este bloqueie o movimento não somente de água como também de circulação de gases, assim mantendo a semente em estado de dormência até que as condições estressantes sejam suspensas. Porém, quando prolongado o tempo sob estas condições, a inviabilização das sementes pode ocorrer. Sugere-se então que se investigue de que maneira o exsudato favorece a sobrevivência da semente e até quando este passa a ser prejudicial à própria semente.

A infestação por fungos é um dos fatores que podem afetar a germinação e o crescimento sob condições naturais. A hidratação das sementes leva à uma liberação de solutos para o meio circundante, como açúcares, ácidos orgânicos, íons, aminoácidos e proteínas, o que pode estimular o crescimento de fungos e bactérias no solo e daí invadir as sementes, levando-as à deterioração (2).

Com o aumento na concentração de PEG no meio germinativo, observou-se diminuição no tamanho da radícula e até a quase inexistência do hipocótilo em -0,4 MPa (Quadro 3), além de liberação de um exsudato e rápida perda de viabilidade. Isto, provavelmente devido à redução da atividade meristemática nas células, levando a um retardo na emergência do hipocótilo e a uma menor taxa de crescimento radicular nas soluções mais concentradas. O potencial hídrico externo altera a difusibilidade de água para a semente como um todo. Diminuindo-se a quantidade de água da semente, o que afeta a embebição, diminui-se, conseqüentemente, o crescimento, devido à diminuição da expansão celular, em razão de um decréscimo na turgescência celular.

**QUADRO 3 - Valores médios do comprimento de radícula e de hipocótilo, após sete dias, de plântulas cujas sementes foram submetidas a diferentes concentrações de PEG-6000**

Potencial osmótico (MPa)	Radícula (cm)	Hipocótilo (cm)
Controle	3,36	1,63
-0,1	3,16	1,19
-0,2	2,67	0,44
-0,3	1,69	0,27
-0,4	0,84	0,14
-0,5	não houve germinação	não houve germinação

O estresse hídrico pode reduzir tanto a porcentagem quanto a velocidade de germinação, com uma grande variação de respostas entre as espécies, desde aquelas muito sensíveis até as mais resistentes (2).

Observou-se que o  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  tende a ser mais tóxico às sementes que o  $\text{CaCl}_2$ , devido à porcentagem de germinação obtida. Verificou-se, em -0,1 MPa, 90% de germinação para  $\text{CaCl}_2$  e 87,8% para o  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , o que comprova uma menor toxidez para o  $\text{CaCl}_2$  (Quadro 4).

**QUADRO 4 - Valores médios de germinação de sementes de leucena submetidas a soluções de  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  com mesmo potencial osmótico**

Tratamentos (MPa)	$\text{CaCl}_2$		$\text{Na}_2\text{SO}_4$	
	%G	Arco-seno $\sqrt{\%}$	%G	Arco-seno $\sqrt{\%}$
Controle	96,00	78,46 a	96,00	78,46 a
-0,1	90,00	71,57 b	87,80	69,09 b
-0,2	86,00	68,03 c	83,80	65,85 c
-0,3	81,30	64,34 d	73,80	59,18 d
-0,4	74,80	59,84 e	61,80	51,79 e
-0,5	00,00	00,00 f	00,00	00,00 f
C.V.		2,31%		2,39%

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey com  $\alpha = 0,05\%$  de significância.

Com relação ao desempenho em campo, sementes escarificadas com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  apresentaram maior porcentagem de germinação quando comparadas às não-escarificadas, devido à impermeabilidade do tegumento duro que dificulta a entrada de água e gases, dificultando a embebição e, conseqüentemente, a germinação (Quadro 5). A profundidade de plantio

influi tanto na germinação como no vigor das plântulas. Sementes escarificadas apresentaram porcentagem de germinação decrescente com o aumento da profundidade de plantio. Sementes não-escarificadas, a 1 cm de profundidade, apresentaram germinação inferior à de sementes escarificadas e semeadas a 5 cm de profundidade.

**QUADRO 5 - Valores médios de germinação de sementes de leucena escarificadas e não-escarificadas, semeadas em diferentes profundidades**

Profundidades de plantio ( cm )	Sementes escarificadas	Sementes não-escarificadas	Média
	%	%	%
1	88,25	64,25	76,25 A
2	79,25	48,25	63,75 B
5	68,25	39,00	53,62 C
Média	78,58 a	50,50 b	

Médias com mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey com  $\alpha = 0,05\%$  de significância.

O peso da matéria seca por plântula normal também diminuiu conforme o aumento da profundidade de plantio. Observou-se que, quanto maior a profundidade, menos vigorosa é a plântula (Quadro 6) e sementes semeadas após tratamento químico apresentaram-se mais vigorosas, em razão de possuírem maior peso de matéria seca.

**QUADRO 6 - Valores médios de peso da matéria seca (g) de sementes de leucena escarificadas e não-escarificadas, semeadas em diferentes profundidades**

Profundidades de plantio (cm)	Matéria seca ( g )		
	Sementes escarificadas	Sementes não-escarificadas	Média
1	0,233	0,129	0,045 A
2	0,200	0,111	0,038 B
5	0,167	0,090	0,032 C
Média	0,050 a	0,0275 b	

Médias com mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey com  $\alpha = 0,05\%$  de significância.

Sementes escarificadas de *Adenantha pavonina* responderam de forma semelhante quando semeadas às profundidades de 1, 3 e 5 cm, ocorrendo diminuição significativa da porcentagem de plântulas emersas e peso de matéria seca com o aumento da profundidade. Já em sementes intactas o desempenho germinativo não foi significativo em nenhuma das profundidades testadas (10).



#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho objetivou determinar o limite máximo de tolerância de sementes a diferentes sais e separar o efeito iônico do efeito osmótico com a utilização de PEG-6000. Verificou-se, ainda, a interferência de diferentes profundidades de plantio na germinação de sementes escarificadas e não-escarificadas. Foram utilizadas sementes provenientes da EMPASC, escarificadas com ácido sulfúrico comercial por 30 minutos e colocadas para germinar à temperatura constante de 25°C. As sementes foram submetidas às soluções salinas de KCl, CaCl<sub>2</sub> e Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> em diferentes concentrações molares, sempre em quatro repetições simultâneas de 50 sementes. Na tentativa de separação do efeito iônico do efeito osmótico, utilizaram-se soluções de PEG-6000 de mesmo potencial osmótico das soluções salinas. Na verificação do desempenho em campo, foram semeadas 100 sementes de dois lotes em quatro repetições, nas profundidades de 1, 2 e 5 cm; no lote 1 as sementes foram escarificadas e, no lote 2, não. A população inicial foi observada após 21 dias. A germinabilidade foi inversamente proporcional ao aumento das concentrações de PEG e dos sais. A supressão da germinação ocorreu entre -0,4 e -0,5 MPa de PEG, entre 300 e 350 mM de KCl e entre 250 e 300 mM de CaCl<sub>2</sub> e Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. O crescimento da radícula e do hipocótilo foi inversamente proporcional às concentrações de PEG. Sementes escarificadas apresentaram maior porcentagem de germinação e maior vigor, quando comparadas com sementes não-escarificadas. A viabilidade e o vigor das sementes foram diretamente afetados pelas profundidades de plantio.

#### 5. SUMMARY

##### (EFFECTS OF SOWING DEPTH, SALT, AND WATER STRESS ON GERMINATION OF LEUCENA SEEDS)

The aim of this research was to study the effects of induced salt and osmotic stresses in *Leucaena leucocephala* seeds from Santa Catarina (EMPASC). The effects of different sowing depths on germination of scarified and intact seeds were verified. First, the seeds were chemically scarified with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> during 30 minutes and were after washed in distilled water. The experiments were carried out with four replicates of 50 seeds distributed in Petri dishes with filter paper moistened with different salt solutions (KCl, CaCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) at several concentrations. The tests were conducted at a constant temperature of 25°C. In an attempt to isolate ionic and osmotic effects, PEG-6000 solutions were used at the same salt

solution concentrations. In order to verify field performance, two samples with four replicates of 100 seeds were sowed at 1, 2 and 5 cm of soil depth with only the first sample being scarified. The initial population was observed after 21 days. Germinability reduction was observed when the salt and PEG concentrations were increased. The radicle and hipocotyl growing up corresponded to the inverse ratio of the PEG concentration. The germinability of seeds was directly affected by the sowing depths. The scarified seeds presented higher values of germinability and were more vigorous than the intact seeds.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ADEGBUYI, E.; COOPER, S.R. & DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethylene glycol (PEG). *Seed Science & Technology*, 9: 867-878, 1981.
2. BEWLEY, J.D. & BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2<sup>nd</sup> ed. N.York, Plenum Press, 1985. 445p.
3. BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relation via osmotic priming to improve germination under stress condition. *Horticultural Science*, 21: 1105-1112, 1986.
4. BRASIL, *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, 1992, 188p.
5. CAMARGO, C.P. *Some genotypic variation in sorghum seed related to germination temperature and water absorption*. Mississippi State University, 1982. 74 p. (Tese de pós-doutorado).
6. CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência tecnologia e produção*. Campinas, Fundação Cargill, 1988. 424p.
7. CAVALCANTE, A.M.B. *Germinação de sementes de L. leucocephala*. São Carlos, UFSCAR, 1993. 92p. (Dissertação de mestrado).
8. COPELAND, L.O. *Principles of seed science and technology*, Minnesota, Burgess Publishers Company, 1976. 369 p.
9. DUGUMA, B.; KANG, B.T. & OKALI, D.U.U. Factores affecting germination of *Leucaena* seed. *Seed Science Technology*, 16: 489-500, 1988.
10. FANTI, S.C. & PEREZ, S.C.J.G.de A. Efeito de estresse hídrico e da luminosidade na germinação de *Adenantha pavonina* (olho-de-dragão) e seu desempenho em campo. *Informativo Abrates*, 5: 187, 1995.
11. FITTER, A.M. & MAY, R.K.M. *Environmental physiology of plants*. 2<sup>nd</sup> ed. San Diego, Academic Press, 1989. p. 225-259.
12. GHERSA, C.M.; ARNOLD, R.L.B. & MARTINEZ-GHERSA, M.A. The role of fluctuation temperatures in germination and establishment of *Sorghum halepense*. Regulation of germination of increasing depths. *Functional Ecology*, 6: 460-468. 1992.
13. GOMES, J. Parâmetros ambientais e épocas de semeadura. In: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. *O milho no Paraná*. Londrina, 1982. p. 51-56.
14. HEBLING, S.A. *Aspéctos ecofisiológicos da germinação de sementes de Enterolobium Contortisiliquum (Vellozo) Morong*. São Carlos, UFSCar, 1997. 126p. (Tese de doutorado).
15. KANG, B.T. & DUGUMA, B. *Nitrogen management in alley cropping systems. Nitrogen management in farming systems in humid and subhumid tropics*. Netherlands, 1985. p. 269-284.
16. KHATRI, R.; SETHI, V. & KAUSHIK, A. Inter-population variations of *K. indica* during germination under different stresses. *Annals of Botany*, 67: 413-415, 1991.
17. LEOPOLD, A. C. Temperature effects on soybean inhibition and leakage. *Plant Physiology*, 65: 1096-1098, 1980.

18. MACKE, A. J. & UNGAR, I. A. The effects of salinity on germination and early growth of *P. nuttalliana*. *Can. Journal of Botany*, 19: 515-520, 1971.
19. MITIDIERI, J. *Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais*. São Paulo, Nobel, 1983. 198p.
20. PEREZ, S.C.J.G.de A. *Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de algarobeira*. São Carlos, UFSCAR, 1988. 214p. (Tese de doutorado).
21. POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília, Ministério da Agricultura- Agiplan, 1985. 289p.
22. PRISCO, J.T. & O'LEARY, J.W. Osmotic and toxic effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. *Turrialba*, 20: 177-184, 1970.
23. SCHMIDT, P.B. Sobre a profundidade ideal de semeadura do mogno (aguano), *Swietenia macrophylla* King. *Brasil Florestal*, 5: 42-47, 1974.
24. SMITH, A.R. & NASH, A.M. Water absorption of soybean. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 38: 120-123, 1961.
25. SOUZA, S.M. de ; DRUMOND, M.A. & SILVA, H.D. da Estudos de métodos para superar a dormência de sementes de *P.obliqua*, *P.parvifolium* e *C.excelsa*. In: EMBRAPA-CNPF. *Pesquisa Florestal no Nordeste semi-árido: sementes e mudas*. Curitiba, 1980.
26. UNGAR, I.A. Germination ecology of halophytas. *Tasks for vegetation science* 2:143-154, 1982.
27. VERTUCCI, C.W. & LEOPOLD, A.C. Dynamics of imbibition of soybean embryos. *Plant Physiology*, 72: 190-193, 1983.
28. VILELA, F.A.; FILHO, L.D. & SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de PEG e da temperatura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26: 1957- 1968, 1991.
29. WILLIAN, M.D. & UNGAR, I.A. The effect of enviromental parameters on germination, growth and development of *S. depressa*. *American Journal of Botany*, 59: 912-918, 1972.